



TITLE:

# Experimental Study on Wave Propagation in the Belousov-Zhabotinsky Reaction

AUTHOR(S):

長島, 弘幸

---

CITATION:

長島, 弘幸. Experimental Study on Wave Propagation in the Belousov-Zhabotinsky Reaction. 物性研究 1978, 30(6): F76-F78

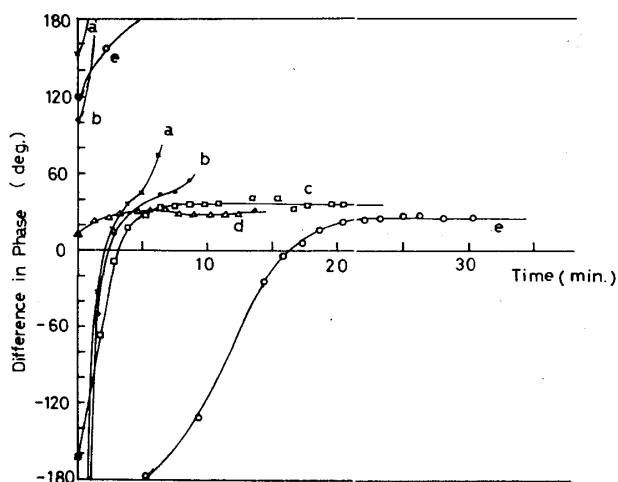
ISSUE DATE:

1978-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89577>

RIGHT:



〔図 3〕  $\Delta\omega$  をパラメータにしたときの位相差の推移

$N = 24$  一定

- (a)  $2\pi / \Delta\omega = 9.3$  分
- (b)     "     10.8 分
- (c)     "     13.6 分
- (d)     "     14.8 分
- (e)     "     49.2 分

### Experimental Study on Wave Propagation in the Belousov-Zhabotinsky Reaction

静岡大・教養 長 島 弘 幸

昨年来より、B-Z反応系における波の伝播の測定を行なっているが、実験装置の改良と共に、測定結果の精度も向上しつつある。

シャーレ中に発生するB-Z反応の進行波は、一般に多くのpace-makerから種々の波長の波が発生、伝播し、壁、又は波どうしの衝突により消滅する。この個々の波は一見、法則性がない様に見えるが、注意深く測定すると、その波数 $k$ と角振動数 $\omega$ との間には

## Experimental Study on Wave Propagation in the Belousov-Zhabotinsky Reaction

次の関係があることが分る。

(1) 進行波の波数が、ある波数  $k_0$  より小さい領域においては、 $\omega = \omega_0 + \alpha k^2$  の関係がある。ただし、 $\omega_0$  は一様振動の角周波数であり、 $\alpha$  は我々の実験条件（後述）のもとでは、 $\alpha = (4.7 \pm 0.3) \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$  の値をもち、この値は反応液中のイオンの拡散係数  $D$  と同程度である。

(2)  $k_0$  は  $k_0 = \sqrt{\omega_0/\alpha} \sim \sqrt{\omega_0/D}$  で与えられ波を特徴づける波数である。

(3)  $k_0$  より波数の大きな波は  $\omega = \omega_0 + \alpha k^2$  の関係よりずれ、 $k$  が増加しても  $\omega$  はそれほど増加せずに頭うちとなる。これら波長の小さな波は、測定誤差も比較的大であり現在、よりよい精度の実験を目ざしている。

実験方法 反応液は  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 (4 \times 10^{-3} \text{ M/l}) : \text{KBrO}_3 (3.5 \times 10^{-1} \text{ M/l}) : \text{CH}_2(\text{COOH})_2 (1.2 \text{ M/l}) : \text{H}_2\text{SO}_4 (1.5 \text{ M/l})$  の液を等量ずつ混合 15 分間スターラーで攪拌し、更に一定量の Ferroin を加え、3 分間攪拌し、作成した。

実験で、最も注意をはらったのが、反応液内の温度の均一性であり、初規の頃の実験はこの点の注意が足りなかった為、乱雑な構造ができたり、波長の大きな波がなかなか生じなかった。反応液を入れる容器の大きさは、直径 10 cm 程度の円形のものであり、液の深さは通常 1.5 ~ 4 mm である。

空間的に一様な振動の周期は、この容器中の振動と、同時に混合した反応液を試験管に入れたものの振動とを同時に測定し、双方、実験誤差内で同じ結果が得られた。

進行波の波長及び伝播速度の測定はモータードライブを装備したカメラにて、一定時間間隔の写真を撮り、波長  $\lambda$  とその時間内での平均速度  $v$  を求め、波数  $k = 2\pi/\lambda$  及び角周波数  $\omega = 2\pi v/\lambda$  を求めた。

実験結果 温度 21°C 及び 26°C の比較的長波長領域の実験結果を図 1 に示す。 $\omega$  軸上の×印は一様振動に対応する角振動数である。図 1 に於て、測定点は少しバラツキはあるが  $\omega = \omega_0 + \alpha k^2$  の関係でよく表わされることを示している。図 2 は同じデータの  $v - \lambda$  でロットである。実線は図 1 の直線に対応する曲線  $v = \lambda \omega_0 / 2\pi + 2\pi \alpha / \lambda$  である。図 2 より、この曲線の  $v$  の最下点より左側の部分にはデータがないが、これは波長のより小さい波を測定しても、この曲線の点線の部分にはのらず、むしろ原点側にずれる。

$v$  の最小値は  $v_{\min} = \sqrt{\alpha \omega_0}$  で与えられ、この  $v_{\min}$  に対応する波長は  $\lambda_0 = 2\pi \sqrt{\alpha / \omega_0}$

であり、またこれに対応する波数  $k_0 = 2\pi/\lambda_0 = \sqrt{\omega_0/\alpha}$  を図 1 に記入してある。

実験結果は、21°C、26°C の場合、それぞれ  $\omega_0$  はかなり異なるにもかかわらず（したがって  $\lambda_0$ 、 $k_0$  も異なる。）同様のふるまいを示し反応-拡散系の特徴をよく表わしていると言えよう。今後の課題は、より短波長測の測定を精度よく行ない、全体的に進行波のふるまいを調べることであろう。

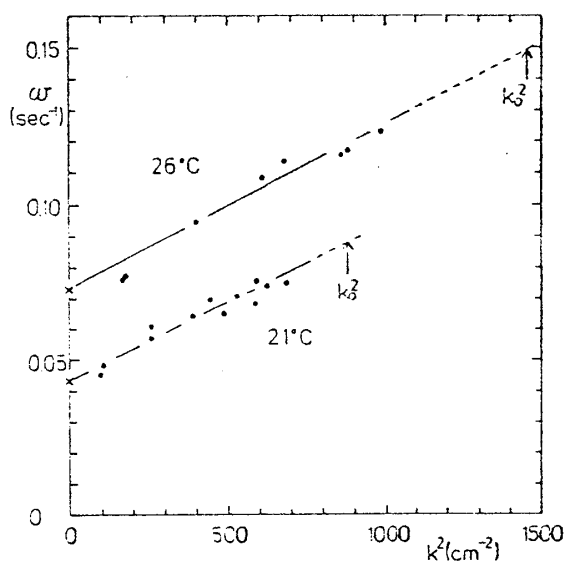


図 1  $\omega$  と  $k$  の関係

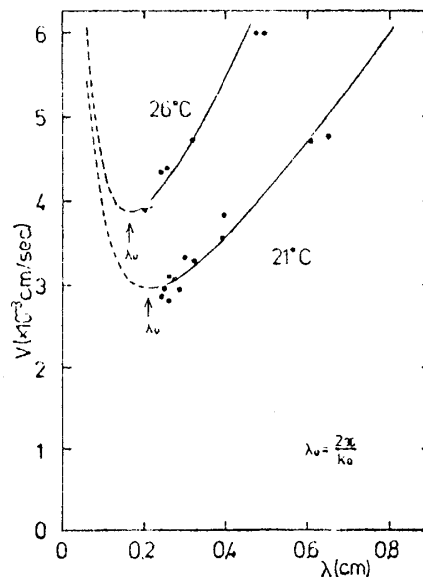


図 2  $v$  と  $\lambda$  の関係

## 微分差分方程式の chaotic solutions

早大・理工 柴 田 彰  
斎 藤 信 彦

競争する 2 種の生物種を記述する Volterra eq. に time lag を考慮した次の方程式を調べた。

$$\dot{N}_1 = N_1 (\varepsilon_1 - a_{11}N_1(t - \alpha) - a_{12}N_2)$$

$$\dot{N}_2 = N_2 (\varepsilon_2 - a_{21}N_1 - a_{22}N_2(t - \beta))$$

$N_1$ 、 $N_2$  は個体数密度、 $\alpha$  と  $\beta$  は time lag で、 $\varepsilon_i$ 、 $a_{ij} > 0$  である。2 種が共存するよ